

JP 99/03189

EKV

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

PCT/JP 99/03189

15.06.99

REC'D 30 JUL 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 5月18日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第137763号

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

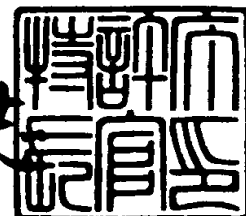
**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 7月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3046436

【書類名】 特許願

【整理番号】 2036410006

【提出日】 平成11年 5月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 11/02

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 加道 博行

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 宮下 加奈子

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090446

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 司朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100109210

【弁理士】

【氏名又は名称】 新居 広守

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014823

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810105

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマディスプレイパネルの製造方法およびプラズマディスプレイパネル

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に蛍光体層を形成する蛍光体層形成ステップと、前記前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に封着材を配設する封着材配設ステップと、前記封着材が配設された基板を仮焼温度に保つことにより仮焼する仮焼ステップと、前記蛍光体層形成ステップ及び仮焼ステップの後に、前記前面基板及び背面基板を、両基板の間に内部空間が形成されるよう重ね合わせた状態で、前記封着材が軟化する温度以上の封着温度に保つことにより封着する封着ステップと、封着された両基板を室温より高い排気温度に保ちながら両基板間の内部空間の気体を排気する排気ステップとを有するプラズマディスプレイパネルの製造方法において、

前記封着ステップで封着された両基板を室温まで降温させることなく前記排気ステップを開始することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 2】 前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に蛍光体層を形成する蛍光体層形成ステップと、前記前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に封着材を配設する封着材配設ステップと、前記封着材が配設された基板を仮焼温度に保つことにより仮焼する仮焼ステップと、前記蛍光体層形成ステップ及び仮焼ステップの後に、前記前面基板及び背面基板を、両基板の間に内部空間が形成されるよう重ね合わせた状態で、前記封着材が軟化する温度以上の封着温度に保つことにより封着する封着ステップとを有するプラズマディスプレイパネルの製造方法において、

前記仮焼ステップで加熱された基板を室温まで降温させることなく前記封着ステップを開始することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 3】 前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に蛍光体層を形成する蛍光体層形成ステップと、前記前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に封着材を配設する封着材配設ステップと、前記封着材が配設された基板を仮焼温度に保つことにより仮焼する仮焼ステップと、前記蛍光体層形成ス

トップ及び仮焼ステップの後に、前記前面基板及び背面基板を、両基板の間に内部空間が形成されるよう重ね合わせた状態で、前記封着材が軟化する温度以上の封着温度に保つことにより封着する封着ステップと、封着された両基板を室温より高い排気温度に保ちながら両基板間の内部空間の気体を排気する排気ステップとを有するプラズマディスプレイパネルの製造方法において、

前記仮焼ステップから封着ステップを経て排気ステップに到るまで、前記前面基板及び背面基板が室温より高い温度に保たれた状態で行うことを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 4】 前記仮焼ステップの後、仮焼温度に加熱されている基板を更に封着温度まで加熱昇温して前記封着ステップを開始することを特徴とする請求項 2 または 3 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 5】 前記封着ステップの後、封着された両基板の温度を排気温度まで降下させてから排気ステップを開始することを特徴とする請求項 1 または 3 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 6】 前記封着ステップの後、封着された両基板の温度を封着温度と同等の温度に維持したまま排気ステップを開始することを特徴とする請求項 1 または 3 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 7】 前記仮焼ステップは、
封着材が配された基板の対向面が開放された状態で行われ、
前記仮焼ステップと封着ステップとの間に、
前記前面基板と背面基板とを、対向面が開放された状態で加熱する予備加熱ステップを備えることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 8】 前記予備加熱ステップでは、
前記前面基板と背面基板とを、仮焼温度よりも高い温度まで加熱することを特徴とする請求項 7 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 9】 前記予備加熱ステップでは、
前記前面基板と背面基板とを、封着温度よりも高い温度まで加熱し、
その後、前記前面基板と背面基板を封着温度まで降温してから封着ステップを

開始することを特徴とする請求項 8 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 10】 前記予備加熱ステップは、

減圧雰囲気中で行われることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 11】 前記予備加熱ステップは、

乾燥ガス雰囲気の中で行われることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 12】 前記封着ステップは、

内部空間に乾燥ガスを流しながら行われることを特徴とする請求項 1～6 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 13】 前記仮焼ステップは、

前記前面基板及び背面基板を、両基板の間に内部空間が形成されるよう重ね合わせた状態で、内部空間に乾燥ガスを流しながら行われることを特徴とする請求項 12 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 14】 前記仮焼ステップ、予備加熱ステップもしくは封着ステップにおいて用られる乾燥ガスには、

酸素が含まれていることを特徴とする請求項 11～13 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 15】 前記乾燥ガスは、

乾燥空気であることを特徴とする請求項 14 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 16】 乾燥ガス雰囲気における水蒸気分圧が 15 Torr 以下であることを特徴とする請求項 11～15 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 17】 乾燥ガス雰囲気における水蒸気分圧が 10 Torr 以下であることを特徴とする請求項 11～15 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 18】 乾燥ガス雰囲気における水蒸気分圧が 5 Torr 以下であ

ることを特徴とする請求項 11～15 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 19】 乾燥ガス雰囲気における水蒸気分圧が 1 Torr 以下であることを特徴とする請求項 11～15 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 20】 乾燥ガス雰囲気における水蒸気分圧が 0.1 Torr 以下であることを特徴とする請求項 11～15 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 21】 連続する 2 つ以上のステップを、
同じ加熱炉の中で連続的に行うことを特徴とする請求項 1～20 のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 22】 請求項 1～21 のいずれかの製造方法によって製造されたことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 23】 青色蛍光体層には、
 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ からなる蛍光体を用いられていることを特徴とする請求項 22 記載のプラズマディスプレイパネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カラーテレビジョン受像機のディスプレイ等に使用するプラズマディスプレイパネル及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、コンピュータやテレビ等に用いられているディスプレイ装置において、プラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel, 以下 PDP と記載する) は、大型で薄型軽量を実現することのできるものとして注目されており、高精細な PDP に対する要望も高まっている。

【0003】

図 11 は、一般的な交流型 (AC 型) PDP の一例を示す概略断面図である。

本図において、前面ガラス基板 8 1 の対向面（背面ガラス基板に対向する表面）上に表示電極 8 2 が形成され、この表示電極 8 2 は誘電体ガラス層 8 3 及び酸化マグネシウム（ MgO ）からなる誘電体保護層 8 4 で覆われている（例えば特開平 5 - 3 4 2 9 9 1 号公報参照）。

【 0 0 0 4 】

また、背面ガラス基板 8 5 の対向面（前面ガラス基板に対向する表面）上には、アドレス電極 8 6 および隔壁 8 7 が設けられ、隔壁 8 7 どうしの間隙に各色（赤、緑、青）の蛍光体層 9 0 ~ 9 2 が設けられている。

前面ガラス基板 8 1 は背面ガラス基板 8 5 の隔壁 8 7 上に配設され、両基板 8 1・8 5 間に放電ガスが封入されて放電空間 8 9 が形成されている。

【 0 0 0 5 】

この PDP において、放電空間 8 9 では、放電に伴って真空紫外線（主に波長 1 4 7 nm）が発生し、各色蛍光体層 9 0 ~ 9 2 が励起発光されることによってカラー表示がなされる。

上記 PDP は、一般的に次のように製造される。

前面ガラス基板 8 1 に、銀ペーストを塗布・焼成して表示電極 8 2 を形成し、誘電体ガラスペーストを塗布し焼成して誘電体ガラス層 8 3 を形成し、その上に保護層 8 4 を形成する。

【 0 0 0 6 】

背面ガラス基板 8 5 上に、銀ペーストを塗布・焼成してアドレス電極 8 6 を形成し、ガラスペーストを所定のピッチで塗布し焼成して隔壁 8 7 を形成する。そして隔壁 8 7 の間に、各色蛍光体ペーストを塗布し、5 0 0℃程度で焼成してペースト内の樹脂成分等を除去することにより蛍光体層 9 0 ~ 9 2 を形成する。

蛍光体焼成後、背面ガラス基板 8 5 の周囲に封着用ガラスフリットを塗布する。そして、形成された封着ガラス層内の樹脂成分等を除去するために 3 5 0℃程度で仮焼する（仮焼工程）。

【 0 0 0 7 】

その後、上記の前面ガラス基板 8 1 と背面ガラス基板 8 5 とを、表示電極 8 2 とアドレス電極 8 6 とが直交して対向するよう重ね合わせる。そして、これを封

着用ガラスの軟化温度よりも高い温度（450℃程度）に加熱することによって封着する（封着工程）。

その後、封着したパネルを350℃程度まで加熱しながら、両基板間に形成される内部空間の気体を排気し（排気工程）、排気終了後に放電ガスを所定圧力（通常300～500 Torr）となるように導入する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

このような技術を用いて、高性能のPDPが量産化されつつあるが、現状ではCRTと比べるとPDPは、製造コストが高いため、これを下げることが望まれている。

PDPを製造する上で、コストを低減するために、様々な面から可能性が考えられるが、例えば、上記のように加熱を必要とするいくつかの工程において要する消費エネルギーや労力（作業時間）が大きいことを考慮すると、これらを低減することが一つの解決方法として望まれる。

【0009】

また、上記のように蛍光体層が加熱される工程において、蛍光体が熱劣化して蛍光体層の発光強度や発光色度が低下するという問題がある。

上で例示した蛍光体は、比較的高性能のものであるが、それでも熱劣化は生じるので、高輝度で高い色純度のPDPを実現するためにはこの熱劣化を抑える必要がある。特に、青色蛍光体層の発光色度が低下すると白バランスに大きな影響を及ぼすため、青色蛍光体層の熱劣化を抑制することが重要である。

【0010】

本発明は、このような課題に鑑み、PDPを製造する上で、仮焼工程、封着工程、排気工程を、短い作業時間及び低い消費エネルギーで行うことが可能な方法を提供することによって製造コストを低減すること、並びにPDPを製造する上で蛍光体層が熱劣化するのを防止し、特に青色蛍光体層の熱劣化を防止することによって、高発光特性のPDPを提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の P D P の製造方法においては、前面パネル基板と背面パネル基板を重ね合わせた状態で封着材を封着温度に保って封着する封着ステップを行った後、室温まで降下させることなく、封着された両基板間の内部空間の気体を排気する排気ステップを開始することとした。

【 0 0 1 2 】

或は、封着材が配設された基板を仮焼温度に保って仮焼する仮焼ステップの後、当該基板を室温まで降下させることなく、封着ステップを開始することとした。

実際の製造工程において、このような各ステップは加熱炉を用いて行うが、従来は一般的に、仮焼ステップ、封着ステップ、排気ステップが別々に行われ、ステップとステップの間では基板が室温まで冷却されていたため、後のステップで再び加熱昇温するのに、それだけ長い時間と多くのエネルギーが消費される。

【 0 0 1 3 】

これに対して、上記のようにステップとステップの間で基板を室温まで降温することなく行えば、加熱に要する時間及び消費エネルギーを低減することができる。

また、上記のように、各ステップの間で、加熱された基板を室温まで降下させることなく次のステップを開始すると、基板に水蒸気などのガスが吸着されるのが防止されるので、吸着ガスが内部空間に放出されることによる蛍光体層の劣化を防止する効果も奏する。

【 0 0 1 4 】

上記の製法において、仮焼ステップの後、仮焼温度に加熱されている基板を更に封着温度まで加熱昇温して封着ステップを開始したり、封着ステップの後、封着された両基板の温度を排気温度まで降下させてから排気ステップを開始すれば、より大きな効果を奏する。

また、連続するステップは、同じ加熱炉内で連続的に行うようにすることも、より効果を奏する。

【 0 0 1 5 】

また上記の製法において、仮焼ステップと封着ステップとの間に、前面基板と

背面基板とを、対向面が開放された状態で加熱する予備加熱ステップを設けたり、予備加熱ステップや封着ステップを、乾燥ガス雰囲気の中で行うようにすれば、蛍光体層の熱劣化を防止し、PDPの発光特性をより向上させるという効果も奏する。

【0016】

【発明の実施の形態】

図1は、実施の形態に係る交流面放電型PDPを示す要部斜視図であって、本図ではPDPの中央部にある表示領域を部分的に示している。

このPDPは、前面ガラス基板11の対向面上に表示電極12（走査電極12a、維持電極12b）、誘電体層13、保護層14が配されてなる前面パネル基板10と、背面ガラス基板21の対向面上にアドレス電極22、可視光反射層23が配された背面パネル基板20とが、表示電極12a、12bとアドレス電極22とを対向させた状態で互いに平行に間隔をおいて配されて構成されている。そして、前面パネル基板10と背面パネル基板20との間隙は、ストライプ状の隔壁24で仕切られることによって放電空間30が形成され、当該放電空間30内には放電ガスが封入されている。

【0017】

また、この放電空間30内において、背面パネル基板20側には、蛍光体層25が配設されている。なお、蛍光体層25は、赤、緑、青の順で繰返し並べられている。

表示電極12及びアドレス電極22は、共にストライプ状であって、表示電極12は隔壁24と直交する方向に、アドレス電極22は隔壁24と平行に配されている。そして、表示電極12とアドレス電極22が交差するところに、赤、緑、青の各色を発光するセルが形成されたパネル構成となっている。

【0018】

そして、このPDPを駆動する時には、駆動回路（不図示）によって、走査電極12aとアドレス電極22とにアドレス放電パルスを印加することによって、発光させようとするセルに壁電荷を蓄積し、その後、表示電極対12a、12bに維持放電パルスを印加することによって壁電荷が蓄積されたセルで維持放電を

行うという動作を繰り返すことによって発光表示を行う。

【0019】

アドレス電極 22 は、金属電極（例えば、銀電極あるいは Cr-Cu-Cr 電極）である。表示電極 12 は、 ITO 、 SnO_2 、 ZnO 等の導電性金属酸化物からなる幅広の透明電極の上に、細い幅のバス電極（銀電極、 Cr-Cu-Cr 電極）を積層させた電極構成とするのが、表示電極の抵抗を低く且つセル内の放電面積を広く確保する上で好ましいが、アドレス電極 22 と同様に銀電極とすることもできる。

【0020】

誘電体層 13 は、前面ガラス基板 11 の表示電極 12 が配された表面全体を覆って配設された誘電物質からなる層であって、一般的に、鉛系低融点ガラスが用いられているが、ビスマス系低融点ガラス、或は鉛系低融点ガラスとビスマス系低融点ガラスの積層物で形成しても良い。

保護層 14 は、酸化マグネシウム (MgO) からなる薄層であって、誘電体層 13 の表面全体を覆っている。

【0021】

可視光反射層 23 は、誘電体層 13 と同様のものであるが、可視光反射層としての働きも兼ねるように TiO_2 粒子が混合されている。

隔壁 24 は、ガラス材料からなり、背面パネル基板 20 の可視光反射層 23 の表面上に突設されている。

蛍光体層 25 を構成する蛍光体材料として、ここでは、

青色蛍光体： $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$

緑色蛍光体： $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

赤色蛍光体： $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}$

を用いることとする。

【0022】

これらの蛍光体材料の組成は、従来から PDP に用いられているものと同じではあるが、従来の PDP における蛍光体層と比べて、製造工程で蛍光体が受けた熱劣化の度合いが少ないため、発光色がより良好である。

即ち、実施例のところで詳細に述べるように、従来の一般的なPDPでは、青色セルのみを点灯させたときの発光色の色度座標 y （CIE表色系）が0.085以上であって、色補正なしの白バランスで色温度が6000K程度であるのに対し、本実施の形態のPDPでは、青色セルのみを点灯させたときの発光色の色度座標 y は、0.08以下であって、更に0.06以下とすることもでき、これにより、色補正なしの白バランスで色温度を11000K程度とすることが可能となる。また、青色セルの色度座標 y を小さくするに従って、青色付近における色再現域の広いPDPを実現することができる。

【0023】

なお、本実施の形態では、40インチクラスのハイビジョンテレビに合わせて、誘電体層13の膜厚は20 μ m程度、保護層14の膜厚は0.5 μ m程度とする。また、隔壁24の高さは0.1～0.15mm、隔壁ピッチは0.15～0.3mm、蛍光体層25の膜厚は5～50 μ mとする。また、封入する放電ガスは、Ne-Xe系で、Xeの含有量は5体積%とし、封入圧力は500～800 Torrの範囲に設定する。

【0024】

〔PDPの作製方法について〕

以下、上記構成のPDPを製造する方法について説明する。

（前面パネル基板の作製）

前面パネル基板10は、前面ガラス基板11上に、銀電極用のペーストをスクリーン印刷で塗布した後に焼成することにより表示電極12を形成し、その上を覆うように、鉛系のガラス材料（その組成は、例えば、酸化鉛[PbO]70重量%、酸化硼素[B₂O₃]15重量%、酸化珪素[SiO₂]15重量%。）を含むペーストをスクリーン印刷法で塗布し焼成することによって、誘電体層13を形成し、更に誘電体層13の表面にCVD法（化学蒸着法）で酸化マグネシウム(MgO)からなる保護層14を形成することによって作製する。

【0025】

（背面パネル基板の作製）

背面パネル基板は、背面ガラス基板21上に、銀電極用のペーストをスクリー

ン印刷しその後焼成する方法によってアドレス電極 22 を形成し、その上に、 TiO_2 粒子と誘電体ガラス粒子とを含むペーストをスクリーン印刷法で塗布して焼成することによって可視光反射層 23 を形成し、同じくガラス粒子を含むペーストをスクリーン印刷法を用いて所定のピッチで繰返し塗布した後、焼成することによって隔壁 24 を形成する。

【0026】

そして、赤色、緑色、青色の各色蛍光体ペーストを作製し、これを隔壁 24 どうしの間隙にスクリーン印刷法で塗布し、空气中で焼成することによって各色蛍光体層 25 を形成する。

ここで用いる各色蛍光体ペーストは、以下のようにして作製することができる。

【0027】

青色蛍光体 ($BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$) は、原料として、炭酸バリウム ($BaCO_3$)、炭酸マグネシウム ($MgCO_3$)、酸化アルミニウム ($\alpha-Al_2O_3$) を Ba , Mg , Al の原子比で 1 対 1 対 10 になるように配合する。次に、この混合物に対して所定量の酸化ユーロピウム (Eu_2O_3) を添加する。そして、適量のフラックス (AlF_3 , $BaCl_2$) と共にボールミルで混合し、還元雰囲気 (H_2 , N_2 中) 下、所定時間 (例えば、0.5 時間)、温度 $1400^\circ C \sim 1650^\circ C$ で焼成することによって得られる。

【0028】

赤色蛍光体 ($Y_2O_3:Eu$) は、原料として、水酸化イットリウム $Y_2(OH)_3$ と硼酸 (H_3BO_3) と Y , B の原子比 1 対 1 になるように配合する。次に、この混合物に対して所定量の酸化ユーロピウム (Eu_2O_3) を添加する。そして、適量のフラックスと共にボールミルで混合し、空气中で、所定時間 (例えば 1 時間)、温度 $1200^\circ C \sim 1450^\circ C$ で焼成することによって得られる。

【0029】

緑色蛍光体 ($Zn_2SiO_4:Mn$) は、原料として、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化珪素 (SiO_2) を Zn , Si の原子比 2 対 1 になるように配合する。次に、この混合物に所定量の酸化マンガン (Mn_2O_3) を添加する。そして、ボールミル

で混合後、空気中で、所定時間（例えば0.5時間）、温度1200℃～1350℃で焼成することによって得られる。

【0030】

このように作製された各色蛍光体を、粉碎後ふるい分けすることによって、所定の粒径分布を有する各色蛍光体粒子が得られる。この各色蛍光体粒子をバインダ及び溶剤と混合することによって、各色蛍光体ペーストが得られる。

なお、蛍光体層25を形成する際には、上記のスクリーン印刷法による方法以外に、蛍光体インキをノズルから吐出させながら走査する方法、あるいは、各色の蛍光体材料を含有する感光性樹脂のシートを作製し、これを背面ガラス基板21の隔壁24を配した側の面に貼り付け、フォトリソグラフィでパターニングし現像することにより不要な部分を除去する方法によっても形成することができる。

【0031】

（前面パネル基板と背面パネル基板の封着）

このように作製した前面パネル基板10及び背面パネル基板20のどちらか一方または両方に封着用ガラス（ガラスフリット）を塗布し、仮焼成して封着ガラス層を形成し、前面パネル基板10の表示電極12と背面パネル基板20のアドレス電極22とが直交して対向するように重ね合わせ、両基板20及び30を加熱して封着ガラス層を軟化させることによって封着する。

【0032】

そして、付着したパネル基板の内部空間から排気しながらパネルを焼成することによって、一旦、この内部空間からガスを抜く。そして、この内部空間に放電ガスを封入することによってPDPが作製される。

この仮焼・封着・排気工程について以下に詳細に説明する。

【実施の形態1】

図2は、仮焼・封着・排気工程に用いる封着装置の構成を模式的に示す図である。

【0033】

この封着装置40は、前面パネル基板10及び背面パネル基板20を加熱する

加熱炉 4 1 に、加熱炉 4 1 内へ導入する雰囲気ガスの導入量を調整するガス導入弁 4 2、加熱炉 4 1 から排出するガスの排出量を調整するガス排出弁 4 3 等が取り付けられて構成されている。

加熱炉 4 1 内は、ヒータ（不図示）によって高温に加熱できるようになっている。また、加熱炉 4 1 内には、前面パネル基板及び背面パネル基板が加熱される雰囲気を形成する雰囲気ガス（例えば乾燥空気）を、ガス導入弁 4 2 から導入することができ、ガス排出弁 4 3 から真空ポンプ（不図示）で排気して加熱炉 4 1 内を高真空にできるようにもなっている。そして、このガス導入弁 4 2 及びガス排出弁 4 3 で加熱炉 4 1 内の真空度を調整することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、雰囲気ガス供給源から加熱炉 4 1 への間には、雰囲気ガスを低温（マイナス数十度）に冷却して水分を凝結させることによって除去するガス乾燥器（不図示）が設けられている。そして、雰囲気ガスがこのガス乾燥器を経由することによって、雰囲気ガス中の水蒸気量（水蒸気分圧）がコントロールされる。

加熱炉 4 1 の中には、前面パネル基板 1 0 と背面パネル基板 2 0 を重ね合わせて載置する載置台 4 4 が設けられ、この載置台 4 4 の上部には、背面パネル基板 2 0 を平行移動させる移動ピン 4 5 が設置されている。また載置台 4 4 の上方には、背面パネル基板 2 0 を下方に押圧するための押圧機構 4 6 が設置されている。

【 0 0 3 5 】

また、背面パネル基板 2 0 の外周部には通気口 2 1 a が設けられており、この通気口 2 1 a にはガラス管 2 6 が取り付けられ、このガラス管 2 6 に、加熱炉 4 1 の外部から挿設された配管 4 8 が接続されている。

図 3 は、加熱炉 4 1 の内部の構成を示す斜視図である。

図 2、3 において、背面パネル基板 2 0 は、隔壁の方向が図面横方向に沿うように配置されている。

【 0 0 3 6 】

図 2、3 に示すように、隔壁の方向（図面横方向）において、背面パネル基板 2 0 は、前面パネル基板 1 0 よりも若干長く設定されており、背面パネル基板 2

0の両端部が前面パネル基板10の両端部より外方にはみ出している（なお、このはみ出し部分には、アドレス電極22を駆動回路に接続するための引出し線が配設されている。）。そして、移動ピン45及び押圧機構46は、載置台44上に載置される背面パネル基板20のはみ出し部分を、背面パネル基板20の4角付近において上下から挟みこむように配置されている。

【0037】

4つの移動ピン45は、ピン上端が載置台44の上面から上方に突き出ており、載置台44の内部に設けられたピン昇降機構（不図示）によって同時に昇降できるようにになっている。

4つの押圧機構46の各々は、加熱炉41の上部に固着されている円筒状の支持部46aと、支持部46aの内側を上下移動可能な状態で支持されているスライド部46bと、支持部46aの内部にあってスライド部46bを下方に付勢するバネ46cとから構成され、バネ46cの付勢力によりスライド部46bの下端が背面パネル基板20を押圧するようになっている。

【0038】

図4は、この封着装置を用いて仮焼工程から排気工程までを行う際の動作を示す図である。

本図を参照しながら、仮焼・予備加熱・封着・排気工程について説明する。

仮焼工程：

予め、前面パネル基板10の対向面（背面パネル基板20と対向する面）の外周部、あるいは背面パネル基板20の対向面（前面パネル基板10と対向する面）の外周部、あるいは前面パネル基板10及び背面パネル基板20両方の対向面の外周部に、封着用ガラスペーストを塗布することによって封着ガラス層15を形成しておく（なお、図では、封着ガラス層15は前面パネル基板10の対向面に形成されている。）。

【0039】

そして、前面パネル基板10及び背面パネル基板20を位置合わせして重ね合わせた状態で、載置台44上の定位置に載置し、押圧機構46をセットして背面パネル基板20を押える（図4（a）参照）。

次に、加熱炉 4 1 内に雰囲気ガス（乾燥空気）を流通させながら（もしくはガス排出弁 4 3 からの真空排気を併用しながら）、以下の操作を行う。

【0 0 4 0】

移動ピン 4 5 を上昇させ、背面パネル基板 2 0 を上方に押し上げて平行移動させる（図 4（b）参照）。これによって前面パネル基板 1 0 及び背面パネル基板 2 0 の対向面の間隙が広がり、背面パネル基板 2 0 の蛍光体層 2 5 が配された面は、加熱炉 4 1 内の広い空間に開放されることになる。

この状態で加熱炉 4 1 内を仮焼温度（3 5 0℃程度）まで加熱昇温し、この仮焼温度で 1 0～3 0 分間程度保持することによって仮焼する。

【0 0 4 1】

予備加熱工程：

パネル基板 1 0，2 0 を更に加熱昇温して、パネル基板 1 0，2 0 に吸着されているガスを放出させる。そして、所定の温度（例えば 4 0 0℃）に達したら、予備加熱工程を終える。

封着工程：

続いて、移動ピン 4 5 を降下させて、背面パネル基板 2 0 を前面パネル基板 1 0 に再度重ね合わせる。このとき、背面パネル基板 2 0 は、もとのように位置合わせした状態で重ね合わせられる（図 4（c）参照）。

【0 0 4 2】

そして、加熱炉 4 1 内の温度が、封着ガラス層 1 5 の軟化点より高い封着温度（4 5 0℃前後）に達したら、1 0～2 0 分間その封着温度に維持する。このとき、軟化した封着用ガラスによって、前面パネル基板 1 0 と背面パネル基板 2 0 の外周部が封止される。この間、押圧機構 4 6 によって背面パネル基板 2 0 は前面パネル基板 1 0 に押えつけられているので、安定した封着が行える。

【0 0 4 3】

排気工程：

加熱炉 4 1 内を封着用ガラスの軟化点より低い排気温度に下げ、その排気温度に維持して焼成しながら（例えば、3 5 0℃程度で 1 時間）、封着した両パネル基板の内部空間を高真空（ 8×10^{-7} Torr）に排気することによって、内部

空間のガス抜きを行う。この排気工程は、配管 4 8 に真空ポンプ（不図示）を連結して行う。

【0 0 4 4】

そして、この排気工程の後、内部空間を真空に保ったままパネル基板を室温まで冷却し、ガラス管 2 6 から内部空間に放電ガスを封入し、通気口 2 1 a を封止してガラス管 2 6 切り取ることによって、PDP が作製される。

（本実施形態の封着方法の効果について）

従来は、仮焼工程、封着工程、排気工程は、加熱炉を用いて別々に行われ、工程と工程では基板が室温まで冷却されていたため、後の工程で加熱昇温するのに、長い時間が必要で消費エネルギーも多くなるが、本実施の形態では、仮焼工程、予備加熱工程、封着工程、排気工程を、室温まで降温することなく、同じ封着装置の中で連続して行っているため、これら一連の工程を速く行い且つ加熱のためのエネルギー消費も低くすることができる。

【0 0 4 5】

更に、本実施形態では、加熱炉 4 1 内を封着工程を行う封着温度まで昇温させる途中で、仮焼工程、予備加熱工程を行っているため、仮焼工程から封着工程までをより迅速に且つ低い消費エネルギーで行うことができ、更に、封着工程の後、封着された基板を室温まで降温させる途中で排気工程を行っているため、封着工程から排気工程までをより迅速に且つ低い消費エネルギーで行うことができる。

【0 0 4 6】

また、本実施形態の封着方法は、従来の封着方法と比べて、以下のような効果を奏する。

通常、前面パネル基板や背面パネル基板には、水蒸気などのガスが吸着されているが、これらの基板を加熱昇温すると、吸着されているガスが放出される。

従来一般的な製造方法では、仮焼工程の後、封着工程では、前面パネル基板と背面パネル基板とを室温で重ね合わせてから加熱昇温して封着するので、この封着工程時に、前面パネル基板と背面パネル基板に吸着されているガスが放出される。仮焼工程において、基板に吸着されているガスがある程度抜けても、その

後、封着工程開始時まで大気中で室温にすることによって再びガスが吸着されるので、封着工程においてガスの放出は生じる。そして、放出されたガスが狭い内部空間内に閉じ込められる。このとき、内部空間における水蒸気分圧は、通常 20 Torr 以上になることが測定の結果わかっている。

【0047】

そのため、内部空間に臨んでいる蛍光体層 25 がガスの影響（特に保護層 14 から放出される水蒸気の影響）で熱劣化しやすい。そして、蛍光体層（特に青色蛍光体層）が熱劣化すると発光強度が低下する。

これに対して、本実施形態の製造方法によれば、仮焼工程や予備加熱工程によって前面パネル基板 10 及び背面パネル基板 20 に吸着されている水蒸気などのガスが放出されるが、このとき両パネル基板 10・20 間に広い間隙が形成されているため、発生するガスが内部空間に閉じ込められることはない。そして、予備加熱後、両パネル基板 10・20 が加熱された状態で封着されるため、予備加熱の後で両パネル基板 10・20 に水分などが吸着することもない。よって、封着時に両パネル基板 10・20 から発生するガスは少なくなり、蛍光体層 25 の熱劣化が防止されることになる。

【0048】

更に、本実施の形態では、予備加熱工程から封着工程までを、乾燥空気が流通する雰囲気で行っているので、雰囲気ガス中の水蒸気によって蛍光体層 25 の熱劣化が生じることもない。

また、上記のように封着装置 40 を用いることにより、最初に前面パネル基板 10 と背面パネル基板 20 を位置合わせしておけば、位置合せされた状態で封着がなされる。

【0049】

（予備加熱で昇温させる温度、並びに前面パネル基板と背面パネル基板とを重ね合わせるタイミングについての考察）

封着時に基板から発生するガス（保護層 14 から放出される水蒸気）によって蛍光体層 25 が熱劣化するのを防止する観点からは、できるだけ高い温度まで加熱した後、重ね合わせる方がよいと言える。

【0050】

この点について更に詳細に調べるために、以下の実験を行った。

前面パネル基板10と同様にMgO層が形成されたガラス基板を、一定の昇温速度で徐々に加熱昇温しながら、昇温脱離ガス質量分析計(TDS)を用いて、MgO層から放出される水蒸気量を経時的に測定した。

図5は、その測定結果であって、700℃までの各加熱温度における放出水蒸気量が示されている。

【0051】

図5のグラフでは、200℃～300℃付近に第1のピークが見られ、450℃～500℃付近で第2のピークが見られる。

図5の結果から、保護層14を加熱昇温していくと、第1のピークに相当する200℃～300℃付近で水蒸気はかなり放出され、更に保護層14を加熱昇温していくと、第2のピークに相当する450℃～500℃付近でも水蒸気はかなり放出されることが推測される。

【0052】

従って、封着工程における加熱昇温時に、保護層14から放出される水蒸気が内部空間に閉じ込められるのを避けるためには、少なくとも200℃程度の温度まで、好ましくは300℃～400℃程度まで、前面パネル基板10と背面パネル基板20とを離した状態で加熱昇温するべきであると考えられる。

また、前面パネル基板10と背面パネル基板20とを離した状態で、450℃程度以上の高い温度まで昇温させてから重ね合わせれば、重ね合わせた後においてパネルからガスが放出されるのはほぼ完全に抑えられると考えられる。そして、この場合、封着時に蛍光体が熱劣化をほとんど受けない状態で封着でき、PDP完成後においても、パネル内に吸着されている水蒸気が放電中に徐々に放出される可能性も極めて少なくなるので、パネル完成後の経時変化等を抑えることもできる。

【0053】

ただし、蛍光体層やMgO保護層を形成するときの焼成温度は一般的に520℃程度であるので、封着工程においてこの温度を越えることは好ましくない。従

って、450℃～520℃程度の高温度に昇温させてから重ね合わせて封着するのが更に好ましいということが言える。

一方、前面パネル基板と背面パネル基板が離された状態で、封着用ガラスの軟化点以上の温度に加熱すると封着用ガラスが本来の位置から流れ出し、安定に封止できなくなる可能性がある。

【0054】

よって、発生するガスによる蛍光体層の劣化を防止することと、安定に封止することとを両立する観点に立つと、次の(1)，(2)，(3)のように考察することができる。

(1) 前面パネル基板と背面パネル基板を離した状態で、用いる封着用ガラスの軟化点以下のできるだけ高い温度まで加熱昇温した後、重ね合わせて、封着するのがよいと考察できる。

【0055】

従って、例えば従来から一般的に使用されている軟化点が400℃程度の封着用ガラスを用いる場合、封止の安定を保ちつつ、ガスによる蛍光体への影響をできるだけ少なくするために、前面パネル基板と背面パネル基板を離した状態で400℃近くまで加熱昇温して、その後、前面パネル基板と背面パネル基板を重ね合わせて、更に軟化点以上に加熱して封着するのがよいと考えられる。

【0056】

(2) ここで、もっと軟化点の高い封着用ガラスを用いるようにすれば、それだけ高い温度まで前面パネル基板と背面パネル基板を離した状態で加熱昇温しても安定した封着ができることになる。従って、このように高軟化点の封着用ガラスを用いて、その軟化点近くまで加熱昇温し、その後、前面パネル基板と背面パネル基板を重ね合わせて、更に軟化点以上に加熱して封着すれば、封止の安定を保ちつつ、ガスによる蛍光体への影響を更に少なくすることができる。

【0057】

(3) 一方、前面パネル基板あるいは背面パネル基板において、外周部に塗布した封着用ガラスが軟化しても流れないように工夫をすれば、前面パネル基板と背面パネル基板を離した状態で封着用ガラスの軟化点以上の高温度まで加熱して

も、安定した封止をすることができる。例えば、前面パネル基板あるいは背面パネル基板の外周部において、封着用ガラスを塗布する領域と表示領域との間に流れ止め用の隔壁を形成しておけば、封着用ガラスが軟化したときに表示領域に流れ出るのを防止することができる。

【 0 0 5 8 】

従って、このような封着用ガラス流出防止の工夫をした上で、前面パネル基板と背面パネル基板を離した状態で封着用ガラスの軟化点以上の高温まで加熱昇温し、前面パネル基板と背面パネル基板を重ね合わせて封着すれば、封止の安定を保ちつつ、ガスによる蛍光体への影響を更に少なくすることができる。

即ち、この場合、前面パネル基板と背面パネル基板を重ね合わせた後に加熱昇温しなくても封着できるので、重ね合わせ後におけるパネルからのガス放出をほぼ完全に抑えられる。よって、蛍光体が熱劣化をほとんど受けない状態で封着が可能となる。

【 0 0 5 9 】

(雰囲気ガス及び圧力についての考察)

封着時に加熱炉 4 1 内を流通させる雰囲気ガスとしては、酸素を含有しないガスよりも、空気のように酸素を含有するガスを用いることが望ましい。これは、PDPで多用されている $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ や $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}$ 等の酸化物系の蛍光体は、無酸素の雰囲気中で加熱すると多少酸素欠陥が形成され発光効率が低下する場合があるためである。

【 0 0 6 0 】

また、雰囲気ガスとして外気を常圧で送り込んでもある程度の効果を奏するが、蛍光体層の劣化を防止する効果を高めるために、加熱炉 4 1 内に乾燥空気をはじめとする乾燥ガスを流通させたり、加熱炉 4 1 内を真空排気しながら行うことが望ましい。

乾燥ガスを流通させるのが好ましいのは、雰囲気ガスに含まれている水蒸気によって蛍光体層の熱劣化が引起こされるのが防がれるためである。また、加熱炉 4 1 内を真空排気するのが望ましいのは、加熱に伴ってパネル基板 1 0 ・ 2 0 から放出されるガス（水蒸気等）が効率よく排出されるためである。

【0061】

雰囲気ガスとして乾燥ガスを流通させる場合、その水蒸気分圧が低いほど青色蛍光体層の熱劣化が抑えられる（後述する図6，7の実験結果参照）。十分な効果を得るために、水蒸気分圧は、15 Torr以下に設定するのが望ましく、更に、10 Torr、5 Torr、1 Torr、0.1 Torrと低く設定するほどより効果が期待できる。

【0062】

（雰囲気中の水蒸気分圧についての考察）

雰囲気中の水蒸気分圧を減少させることによって、青色蛍光体の加熱による熱劣化を防止することが可能であることについて、以下のように実験に基づいて考察した：

図6，7は、水蒸気分圧をいろいろと変えた空気中で、青色蛍光体（BaMgAl₁₀O₁₇：Eu）を焼成したときの相対発光強度及び色度座標yの測定結果である。焼成条件として、ピーク温度は450℃とし、ピーク温度で維持する時間は20分とした。

【0063】

図6に示す相対発光強度は、発光強度測定値を、焼成前の青色蛍光体の発光強度測定値を基準値100としたときの相対値で表わしたものである。

発光強度は、分光光度計を用いて蛍光体層からの発光スペクトルを測定し、この測定値から色度座標y値を算出し、この色度座標y値と、輝度計で予め測定した輝度値とから、式（発光強度＝輝度／色度座標y値）で算出した値である。

【0064】

なお、焼成前の青色蛍光体の色度座標yは、0.052であった。

図6，7の結果より、水蒸気分圧が0 Torr付近では、加熱に伴う発光強度の低下並びに色度変化は全く見られないが、水蒸気分圧が増加するに従って、青色の相対発光強度は低下し、青色の色度座標yは大きくなっていることがわかる。

【0065】

青色蛍光体の色度座標y値が小さいほどパネルの色再現域が広がるので、図

6, 7の結果は、雰囲気ガス中の水蒸気分圧を減少させることによって、パネルの色再現域を広くすることが可能であることを示している。

ところで、青色蛍光体 ($\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$) を加熱するとき発光強度が劣化したり色度座標 y 値が大きくなったりするのは、付活剤 Eu^{2+} イオンが加熱により酸化され Eu^{3+} イオンになることが原因であると従来から考えられているが (J. Electrochem. Soc. Vol. 145, No. 11, November 1998 参照)、上記の青色蛍光体の色度座標 y 値が雰囲気中の水蒸気分圧に依存するという結果とを組み合わせると、 Eu^{2+} イオンがガス雰囲気 (例えば空気) 中の酸素と直接反応するのではなく、ガス雰囲気中の水蒸気によって劣化に係る反応が促進されるものと考えられる。

【0066】

ちなみに、加熱温度をいろいろと変化させて、上記と同様にして青色蛍光体 ($\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$) の熱による発光強度の低下度合や色度座標 y の変化を調べてみたところ、加熱温度が 300°C から 600°C の範囲では、加熱温度の上昇と共に熱による発光強度の低下度合は大きくなり、いずれの加熱温度でも水蒸気分圧が高いほど発光強度の低下が大きくなるという傾向は見られた。一方、色度座標 y の変化については、水蒸気分圧が高いほど熱による変化が大きくなるという傾向は見られたが、色度座標 y の変化度合が加熱温度に依存する傾向は見られなかった。

【0067】

また、前面ガラス基板 11、表示電極 12、誘電体層 13、保護層 14、背面ガラス基板 21、アドレス電極 22、可視光反射層 23、隔壁 24、蛍光体層 25 を形成する各部材を加熱したとき水蒸気放出量を測定したところ、保護層 14 の材料である MgO からの水蒸気放出量が最も多かった。これより、封着時に蛍光体層 25 の熱劣化を引き起こす主要な原因は、保護層 14 (MgO) から水蒸気が放出されることにあると推測される。

【0068】

(封着用ガラスの塗布について)

PDP の封着時において、一般的には背面基板側にのみ封着用ガラスを塗布し

て、前面基板と重ね合わせて封着するのが一般的である。

ところで、本実施の形態では、封着装置内で、前面ガラス板と背面ガラス板を一旦引き離し再び重ね合わせるようにしているので、前面ガラス基板と背面ガラス基板とを強い圧力で押さえつけることができない。

【0069】

そのため、背面ガラス基板側だけに封着用ガラスを塗布して封着すると、封着用ガラスと前面ガラス板との塗れ性が悪い場合、封着用ガラスによる封着が完全になされないこともあり得るが、前面ガラス基板と背面ガラス基板の両方に封着用ガラスを塗布しておけば、封着後に前面ガラス基板と背面ガラス基板が完全に接着されるので、歩留まり良くPDPを製造することができる。

【0070】

なお、このように前面ガラス基板と背面ガラス基板の両方に封着用ガラスを塗布することは、本実施の形態に限らず、一般的にPDPを製造する際の封着工程において歩留まりを向上させるのに有効である。

（本実施形態の変形例）

なお、本実施の形態では、上述したように仮焼工程－予備加熱工程－封着工程－排気工程を、同じ装置の中で連続的に行ったが、予備加熱工程を省略することもでき、その場合でも同様の効果がある程度得られる。また、仮焼工程－封着工程だけを同じ装置の中で連続的に行ったり、封着工程－排気工程だけを同じ装置の中で連続的に行うことによっても、ある程度の効果を得ることはできる。

【0071】

また、上記封着装置40においては、加熱前に前面パネル基板10と背面パネル基板20とを重ね合わせて位置合わせした後、移動ピン45で背面パネル基板20を押し上げることによって背面パネル基板20を前面パネル基板10から引き離すようにしたが、背面パネル基板20を前面パネル基板10から引き離す方法はこれに限らず、例えば、上方から吊下げたフックで背面パネル基板20を吊り上げるようにしてもよい。

【0072】

また、上記封着装置40では、押圧機構46で背面パネル基板20を前面パネ

ル基板 1 0 に押圧するようにしたが、背面パネル基板 2 0 上に重りを載せておいてそれにかかる重力で押圧するようにしてもよい。

また、本実施形態において、封着工程の後に、加熱炉 4 1 内を封着用ガラスの軟化点より低い排気温度（3 5 0℃）に下げってから排気工程を行ったが、封着工程における封着温度と同程度の高い温度のまま排気工程を行うようにすれば、短時間で十分に排気することが可能である。但し、この場合、上述したような封着用ガラス流出防止に対する工夫を施すことが必要と考えられる。

【0 0 7 3】

〔実施の形態 2〕

本実施の形態では、封着に際して、前面パネル基板 1 0 と背面パネル基板 2 0 の対向面を開放した状態で予備加熱するといった工程は行わず、前面パネル基板 1 0 と背面パネル基板 2 0 を位置合わせして重ね合わせて、そのまま、内部空間を減圧にしつつ乾燥空気を流しながら加熱昇温して封着を行う。

【0 0 7 4】

図 8 は、この封着工程に用いる封着装置の概略図である。

前面パネル基板 1 0 及び背面パネル基板 2 0 の少なくとも一方の対向面に、封着用ガラスを塗布し仮焼して封着ガラス層 1 5 を形成し、位置合わせしながら重ね合わせ、加熱炉 6 1 の中に入れる。

そして、背面パネル基板 2 0 外周部に設けられた一方の通気口 2 1 a に付けられたガラス管 2 6 a に加熱炉 6 1 の外部から挿設された配管 6 8 a を連結し、配管 6 8 a から真空ポンプ（不図示）で排気する。それと共に、背面パネル基板 2 0 外周部に設けられた他方の通気口 2 1 b に付けられたガラス管 2 6 b に、加熱炉 6 1 の外部から挿設された配管 6 8 b を連結し、乾燥空気を送り込むことによって、両パネル基板 1 0 ・ 2 0 間の内部空間を、減圧で乾燥空気が流れる状態にする。

【0 0 7 5】

そして、両パネル基板 1 0 ・ 2 0 間の内部空間をこの状態に保ちながら、加熱炉 6 1 の内部を封着温度まで加熱昇温して保持する（例えば、ピーク温度が 4 5 0℃、3 0 分保持）。これによって、封着用ガラスを軟化し、封着を行う。

そして、実施の形態 1 と同様に、加熱炉 61 内を封着用ガラスの軟化点より低い排気温度に下げ、その排気温度に維持しながら、封着した両パネル基板の内部空間から高真空で排気を行うことによって、内部空間からガス抜きを行い、排気工程の後、パネル基板を室温まで冷却し、ガラス管 26 から内部空間に放電ガスを封入し、通気口 21a を封止してガラス管 26 を切り取ることによって、PD P が作製される。

【0076】

このように本実施形態では、前面パネル基板 10 と背面パネル基板 20 とを重ね合わせ加熱して封着する際に、内部空間を減圧状態にしながら排気するようにしているので、前面パネル基板 10 及び背面パネル基板 20 から内部空間に放出されるガスは、即座に外部に排出される。従って、従来の封着工程と比べて蛍光体層の熱劣化を抑制することができる。

【0077】

また、実施の形態 1 と同様に、封着工程、排気工程を、同じ封着装置の中で、室温まで降温することなく連続的に行っているため、これら一連の工程を迅速に行い且つ加熱のためのエネルギー消費も低くすることができる。

なお、封着完了後に封着温度と同程度の温度に保持したまま排気工程を行うようにすれば、より短時間でパネル内を十分に排気することが可能である。

【0078】

また、本実施の形態において、以下のようにして、同じ加熱炉 61 内で仮焼工程—封着工程を連続して行うことも可能である。

即ち、前面パネル基板 10 及び背面パネル基板 20 の対向面の少なくとも一方に封着用ガラスを塗布して封着ガラス層を形成した後、仮焼を行わずに前面パネル基板 10 と背面パネル基板 20 とを重ね合わせ、図 8 に示すように加熱炉 61 内に載置する。そして、ガラス管 26b から内部空間に乾燥空気を流しながら加熱炉 61 内を仮焼温度まで昇温して仮焼する（350℃、10～30分保持）。その後、上記と同様にして封着工程を行う。

【0079】

前面パネル基板 10 と背面パネル基板とを重ね合わせた状態では、パネルを加

熱昇温するだけでは、封着ガラス層に酸素が供給されにくいので仮焼が十分にできないが、このようにパネル内部に乾燥空気を流しながら加熱すれば、十分に仮焼を行うことが可能である。

このように本実施形態でも、仮焼工程、封着工程、排気工程を、同じ封着装置の中で、室温まで降温することなく連続的に行うことによって、これら一連の工程を迅速に且つ消費エネルギーも低くすることができる。即ち、実施形態 1 と同様の効果が得られる。

【0080】

なお、本実施の形態においても、仮焼工程—封着工程だけを連続的に行うことによって、ある程度の効果を得ることはできる。

（その他の事項）

実施の形態 1, 2 において、製造する場合について説明したが、本発明は、対向放電型の PDP にも適用することができる。

【0081】

また、蛍光体層を形成する蛍光体の組成としては、上で示したもの以外に、一般的に PDP の蛍光体層に使用されているものを用いても、同様に実施することができる。

また、実施の形態 1, 2 に示したように、蛍光体層を形成した後に、封着用ガラスを塗布するのが一般的であるが、順序を入れ換えて行うことも可能と考えられる。

【0082】

【実施例】

【0083】

【表 1】

パネル 番号	フリット 仮焼温度 (°C)	前面板と 背面板を 接触させる 温度(°C)	封着温度 (°C)	排気温度 (°C)	封着雰囲気	乾燥空気 の水蒸気 分圧 (Torr)	青色発光 の相対発 光強度	青色発光 の色度 座標 _y	白表示時 の色温度 (K)
1	350	250	450	350	乾燥空気	2	107	0.078	6700
2	350	350	450	350	乾燥空気	2	118	0.057	8600
3	350	400	450	350	乾燥空気	12	108	0.075	7100
4	350	400	450	350	乾燥空気	8	112	0.065	7800
5	350	400	450	350	乾燥空気	2	120	0.055	9000
6	350	400	450	350	乾燥空気	0	123	0.053	9800
7	350	400	450	350	真空	-	120	0.053	9300
8	350	450	450	350	乾燥空気	2	125	0.052	10600
9	350	480	450	350	乾燥空気	2	126	0.052	11000
10	350	-	450	350	空気	-	100	0.090	5800

【0084】

パネルNo. 1～9は実施例であって、実施の形態1に基づいて、前面パネル基板と背面パネル基板を加熱するときの雰囲気ガス、圧力、重ね合わせるときの温度やタイミングをいろいろ変えて封着工程を行い、PDPを作製した。

図9は、パネルNo. 3～7のPDPを製造する際に仮焼工程－封着工程－排気工程で用いた温度プロファイルである。

【0085】

雰囲気ガスとして、パネルNo. 1～6, 8, 9では、水蒸気分圧を0～12 Torrの範囲内でいろいろな値に設定した乾燥空気を用い、パネルNo. 10では未乾燥の空気を用いた。また、パネルNo. 7では、真空排気しながら加熱を行った。

パネルNo. 3～7では、パネル基板を室温から加熱昇温して、350℃に達したら350℃で10分間保持して仮焼を行い、更に加熱昇温して400℃（封着用ガラスの軟化点より低い温度）に達したときに、両パネル基板を重ね合わせた。そして、更に加熱昇温して封着温度450℃（封着用ガラスの軟化点以上の温度）に達したら、10分間以上保持し、その後、炉内を350℃まで下降させ、350℃に維持しながら排気工程を行った。

【0086】

これに対して、パネルNo. 1, 2の封着工程では、少し低めの温度250℃並びに350℃で、両パネル基板を重ね合わせた。

また、パネルNo. 8の封着工程では、封着温度450℃まで昇温した後に、両パネル基板を重ね合わせ、パネルNo. 9に関する封着工程では、ピーク温度480℃まで昇温した後、封着温度450℃まで降温してから両パネル基板を重ね合わせて封着した。

【0087】

パネルNo. 10は比較例であって、従来の封着工程通り、仮焼の後、室温で前面パネル基板と背面パネル基板を重ね合わせて、大気圧の空气中で封着温度450℃まで加熱昇温して封着し、一旦室温まで降温させた。そして、再び加熱炉で排気温度350℃まで加熱し、この排気温度350℃に維持しながら排気工程

を行った。

【0088】

なお、上記パネルNo. 1～10において、蛍光体膜厚は $30\mu\text{m}$ 、放電ガスはNe (95%) - Xe (5%)、その封入圧力は500 Torrとし、パネル構成が同一となるようにした。

〈発光特性試験〉

試験方法：

上記パネルNo. 1～10の各PDPについて、発光特性として、青色セルのみを点灯させたときの発光強度（輝度を色度座標 y で割った値）と色度座標 y 、及び色補正なしで白バランスでの色温度（青色セル，赤色セル，緑色セルを同じ電力で発光させ白表示したときの色温度）を測定した。

【0089】

試験結果：

これらの測定結果は、表1に示す通りである。なお、表1に示す青色セルの発光強度は、パネルNo. 10の発光強度を100とした相対発光強度である。

なお、表1には示していないが、赤色セル及び緑色セルの発光色の色度座標 x 、 y については、いずれのパネルNo. のPDPも略同じ値であり、赤色が(0.636, 0.350)、緑色が(0.251, 0.692)であった。パネルNo. 10のPDPでは、青色セルの発光色の色度座標が(0.170, 0.090)であった。

【0090】

考察：

パネルNo. 1～9と、パネルNo. 10とについて発光特性を比較すると、パネルNo. 1～9のいずれのおいても、パネルNo. 10より発光特性が優れている（相対発光強度が高く、色度座標 y が小さい）。これは、パネルNo. 1～9で用いた封着方法によれば、パネルNo. 10で用いた封着方法と比べて、両パネル基板を重ね合わせた後に内部空間に放出されるガスが少なくなるからと考えられる。

【0091】

パネルNo. 10のPDPでは、青色発光の色度座標 y が0.090であって、この場合、色温度補正なしの白バランスでの色温度は5800Kであるのに対して、パネルNo. 1～9では、青色発光の色度座標 y が0.08以下で、色温度補正なしの白バランスでの色温度は6500K以上である。特に、パネルNo. 8, 9のように青色の色度座標 y が低いPDPでは、色補正なしの白バランスで11000K程度の高い色温度が実現されている。

【0092】

また、青色セルの色度座標 y が小さくなると、特に青色の良好な画像を表示することが可能となる。

図10は、実施例のPDPについて、青色付近の色再現域をCIE色度図上に示したものである。

図中の領域(a)は青色発光の色度座標 y が0.09程度の場合(パネルNo. 10に相当)について、領域(b)は青色発光の色度座標 y が0.052程度の場合(パネルNo. 8に相当)について、青色付近における色再現域を示している。

【0093】

本図から、青色付近における色再現域が、(a)と比べて、(b)では広がっていることがわかる。これは、青色セルの色度座標 y を小さくするに従って、青色付近における色再現域の広いPDPを実現することができることを示している。

次に、パネルNo. 1, 2, 5, 8, 9(いずれも乾燥空気の水蒸気分圧は2 Torr)の間で発光特性を比較すると、パネルNo. 1, 2, 5, 8, 9の順で発光特性が向上(相対発光強度が高く、色度座標 y が小さく)している。この結果から、前面パネル基板10と背面パネル基板20とを重ね合わせるときの温度を高く設定するほど、発光特性が向上することがわかる。

【0094】

これは、前面パネル基板10と背面パネル基板20を離れた状態で高い温度まで予備加熱する程、各パネル基板から放出されるガスを十分に排気できるため、両パネル基板を重ね合わせた後に内部空間に放出されるガスが少なくなるからと

考えられる。

また、パネルNo. 3, 4, 5, 6（封着工程での温度プロファイルが同じ）の間で発光特性を比較すると、パネルNo. 3, 4, 5, 6の順で発光特性が向上している（色度座標 y が小さい）。この結果から、雰囲気ガス中の水蒸気分圧が低いほど発光特性が向上することがわかる。

【0095】

また、パネルNo. 6及びパネルNo. 7（封着工程での温度プロファイルが同じ）について発光特性を比較すると、パネルNo. 6の方が発光特性が若干優れている。

これは、パネルNo. 6では酸素が含まれる雰囲気ガス中で加熱されているのに対して、パネルNo. 7では無酸素雰囲気中で加熱されており、無酸素雰囲気で蛍光体層を加熱すると、酸化物である蛍光体の酸素が一部が抜けて酸素欠陥が形成されるためと考えられる。

【0096】

【発明の効果】

以上のように、本発明のPDPの製造方法によれば、封着工程で加熱された基板を、室温まで下げることなく排気工程を開始すること、並びに、仮焼工程で加熱された基板を室温まで降温させることなく封着工程を開始することによって、発光特性の優れたPDPを、短い作業時間と低い消費エネルギーで、即ち低い製造コストで製造することができる。

【0097】

また更に、封着材を配設し仮焼した後に、両基板を、対向面が開放された状態で予備加熱し、加熱された両基板を、両基板の間に内部空間が形成されるよう重ね合わせ、両基板を封着するようにすれば、PDPの発光特性をより向上させるのに効果的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施の形態に係る交流面放電型PDPを示す要部斜視図である。

【図2】

仮焼・封着・排気工程に用いる封着装置の構成を模式的に示す図である。

【図 3】

上記封着装置の内部構成を示す斜視図である。

【図 4】

上記封着装置を用いて仮焼・封着・排気工程を行う際の動作を示す図である。

【図 5】

MgO 膜を昇温した時の水蒸気放出量を示す特性図である。

【図 6】

水蒸気分圧をいろいろと変えた空気中で、青色蛍光体を焼成したときの相対発光強度の測定結果である。

【図 7】

水蒸気分圧をいろいろと変えた空気中で、青色蛍光体を焼成したときの色度座標 y の測定結果である。

【図 8】

実施の形態 2 の封着工程に用いる封着装置の概略図である。

【図 9】

実施例の製造方法における加熱温度プロファイルを示す図である。

【図 10】

実施例の PDP について、青色付近の色再現域を CIE 色度図上に示したものである。

【図 11】

一般的な交流型 PDP の一例を示す概略断面図である。

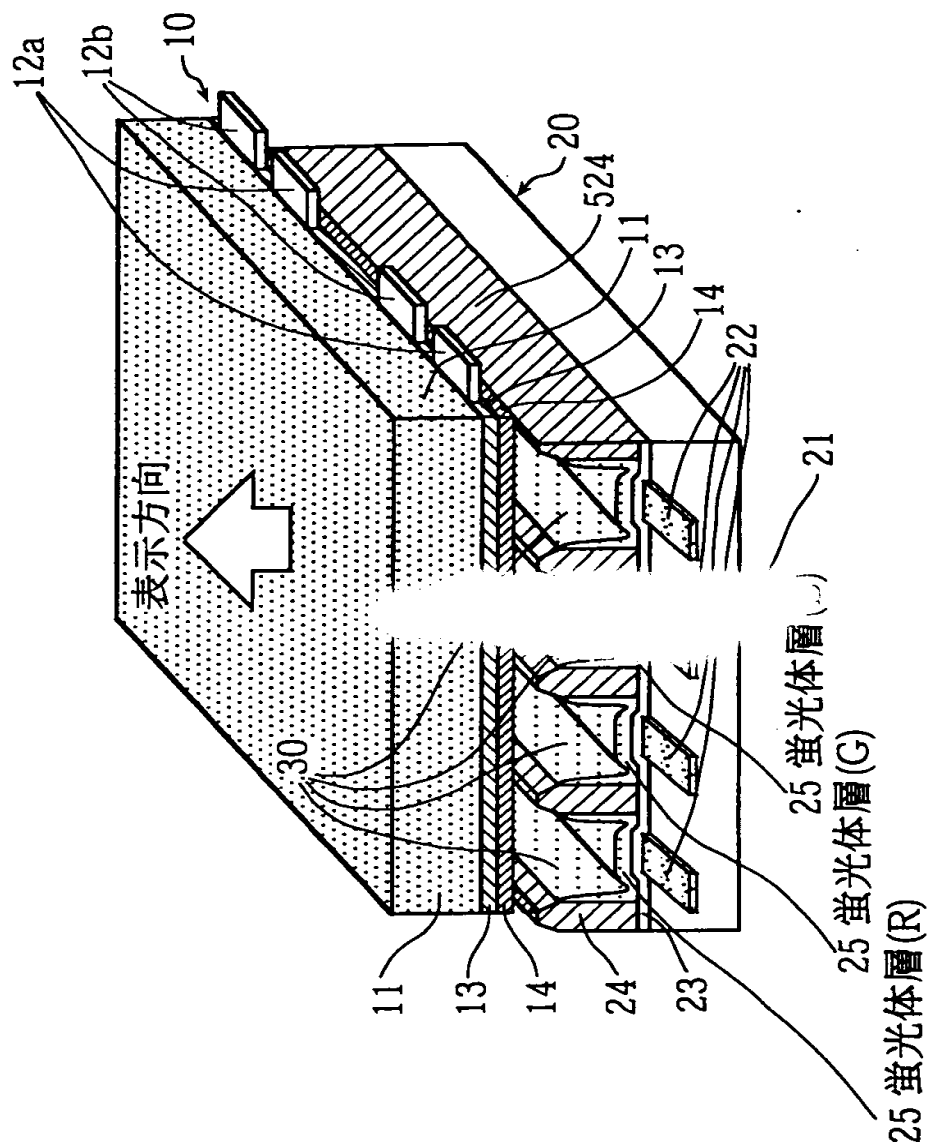
【符号の説明】

- 1 0 前面パネル基板
- 1 1 前面ガラス基板
- 1 2 a, 1 2 b 表示電極
- 1 3 誘電体層
- 1 4 保護層
- 1 5 封着ガラス層

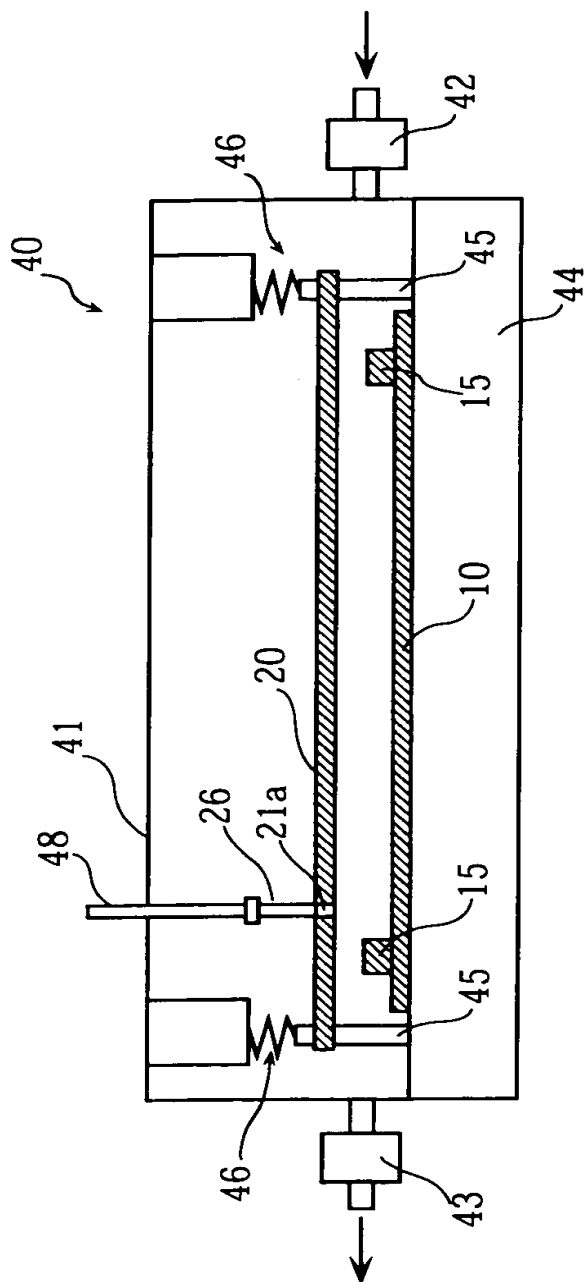
2 0	背面パネル基板
2 1	背面ガラス基板
2 2	アドレス電極
2 3	可視光反射層
2 4	隔壁
2 5	蛍光体層
3 0	放電空間
4 0	封着装置
4 1	加熱炉
4 5	移動ピン
4 6	押圧機構
4 8	配管

【書類名】 図面

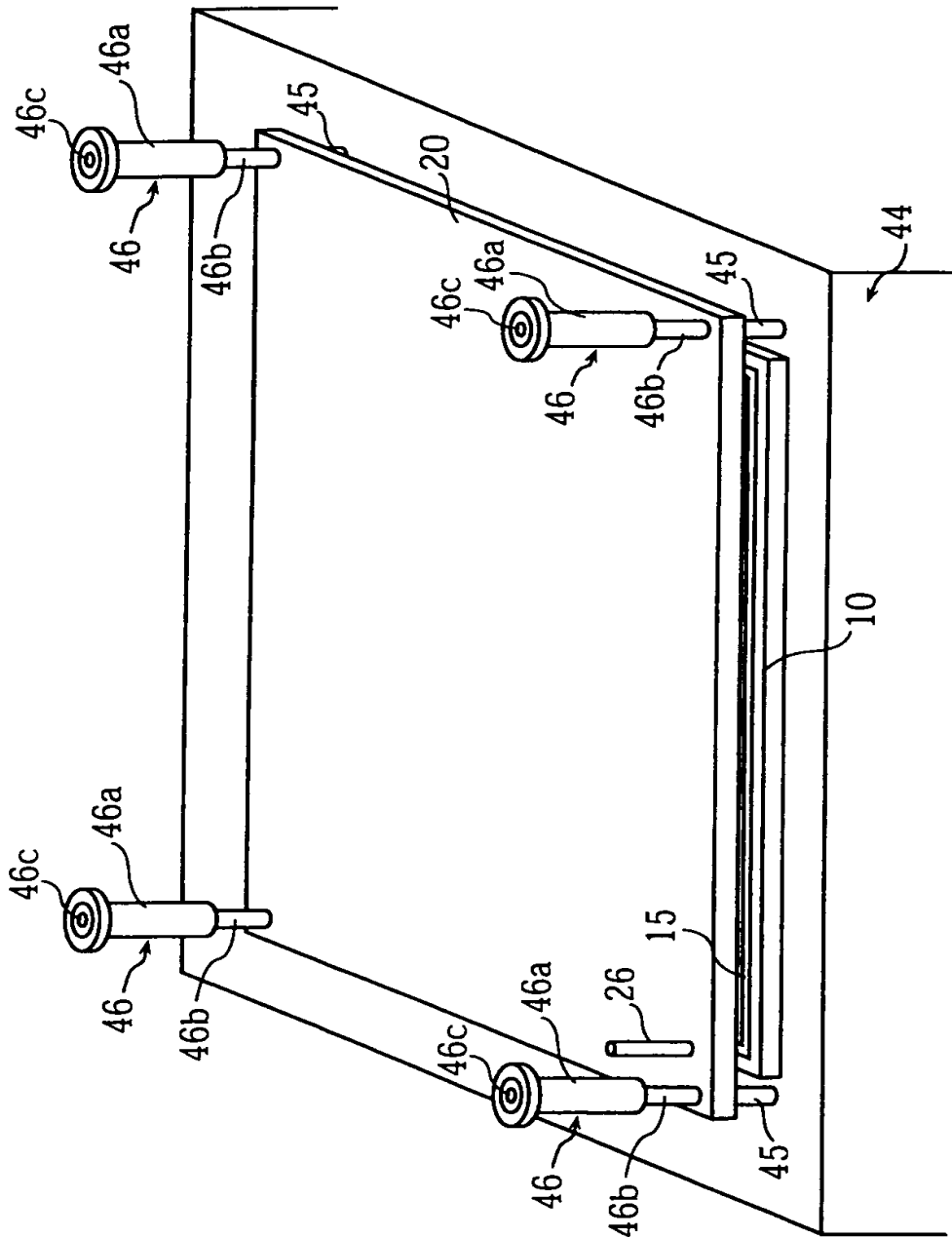
【図 1】



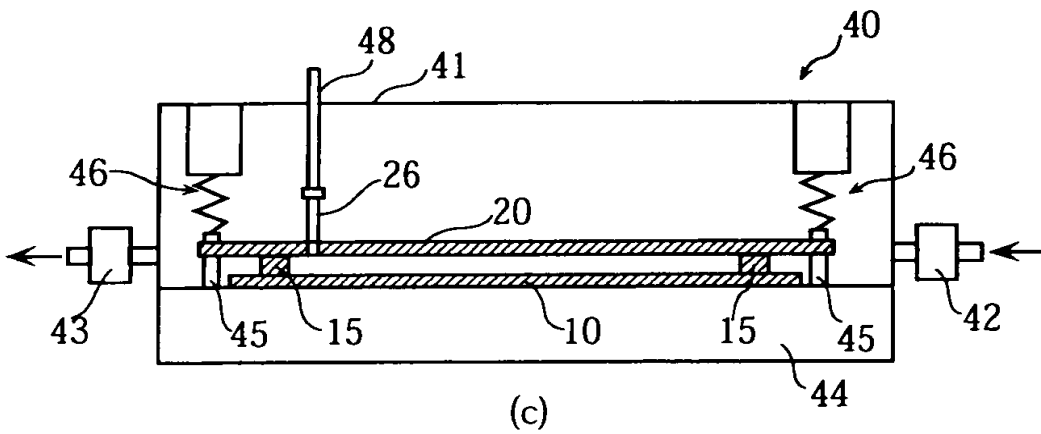
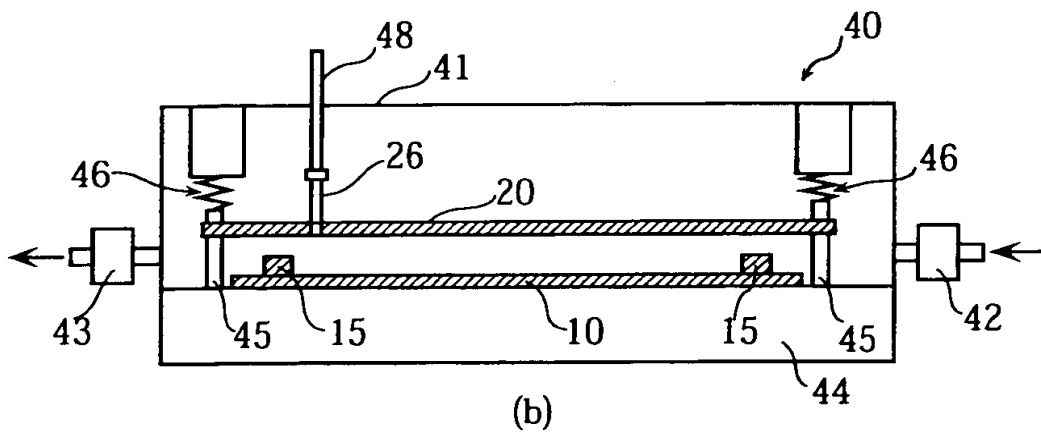
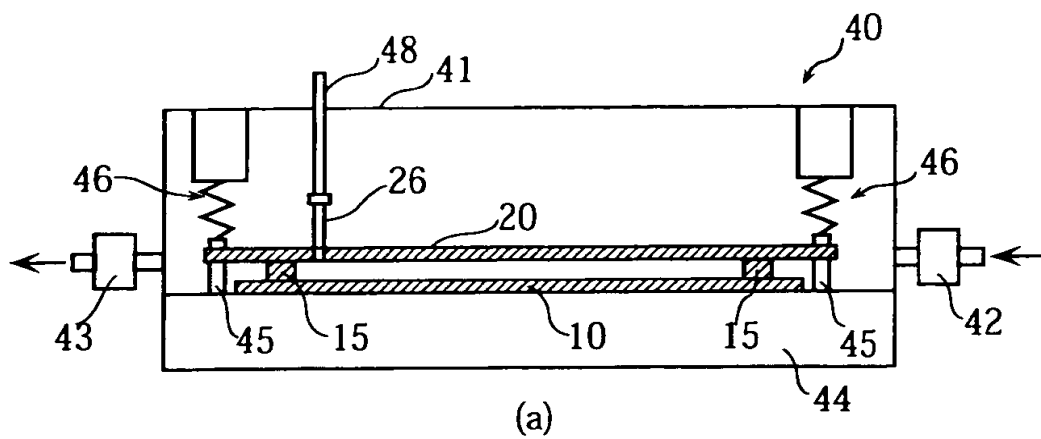
【図 2】



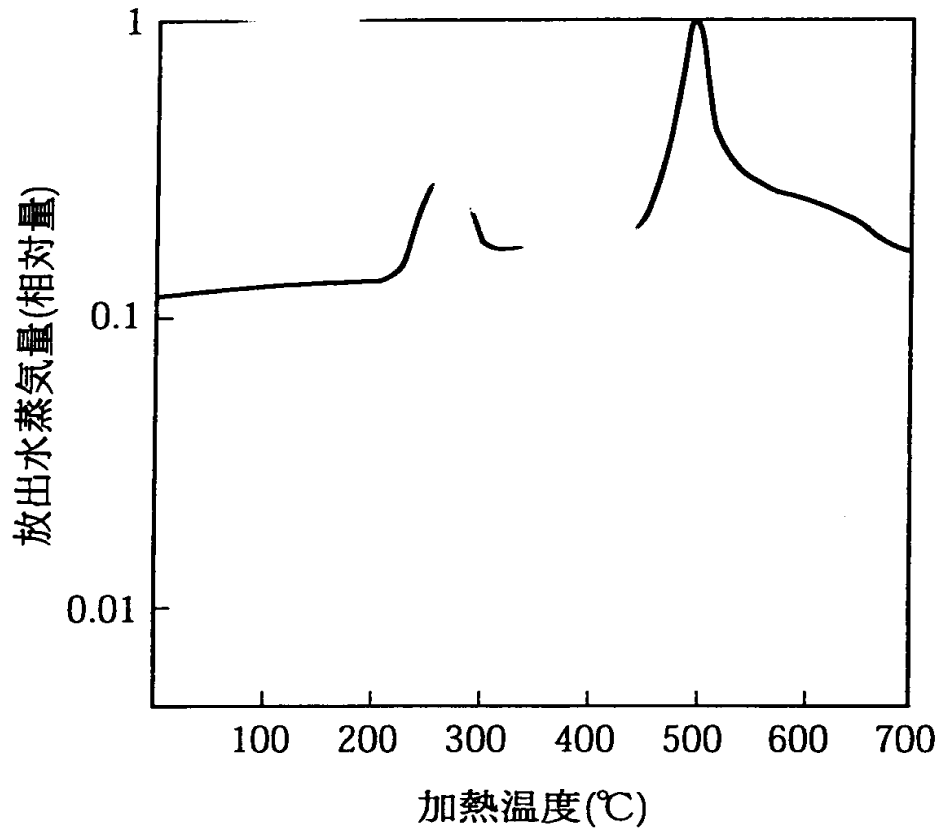
【図 3】



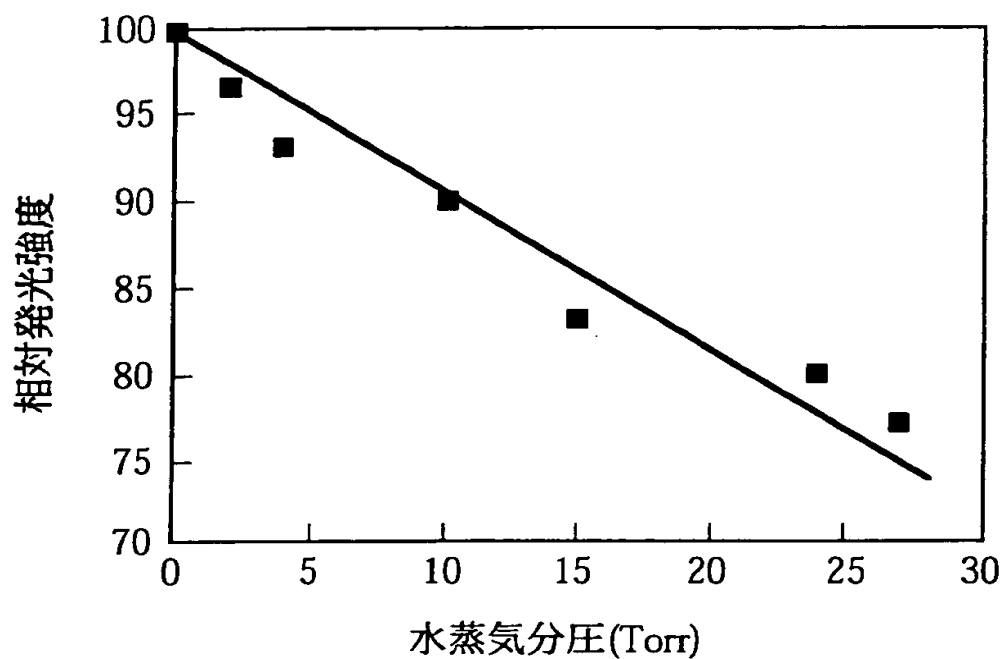
【図 4】



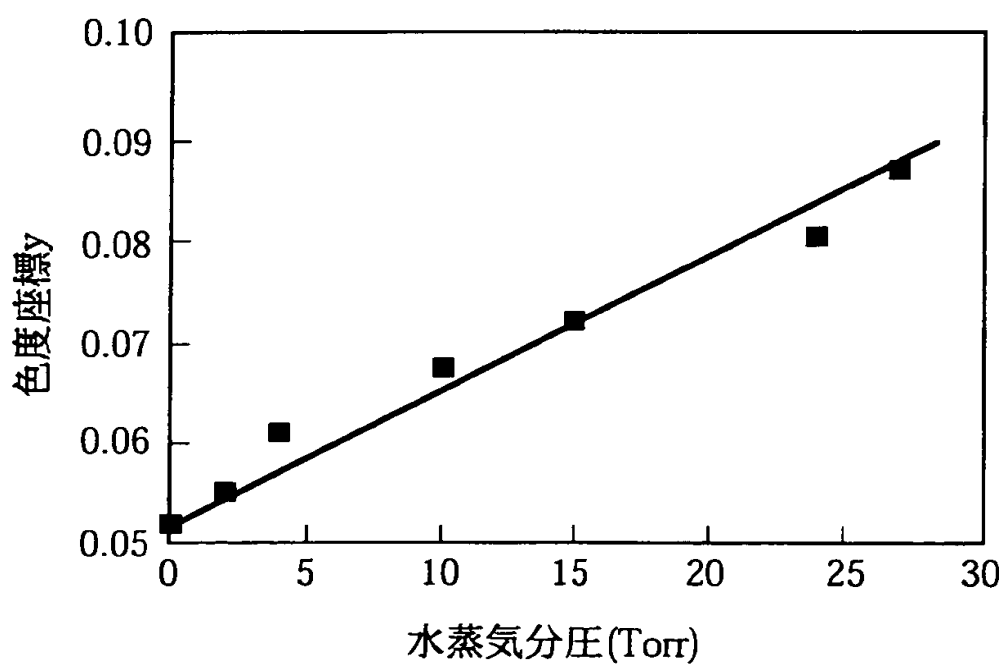
【図 5】



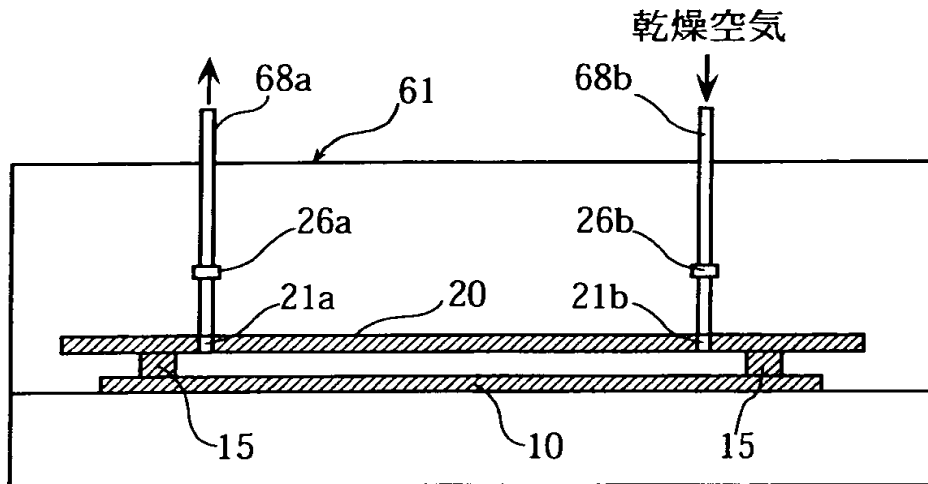
【図 6】



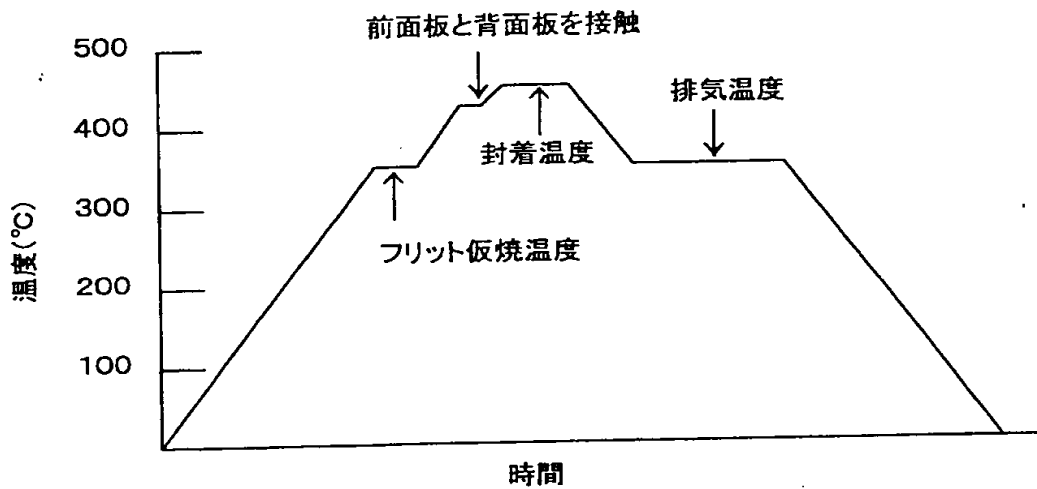
【図 7】



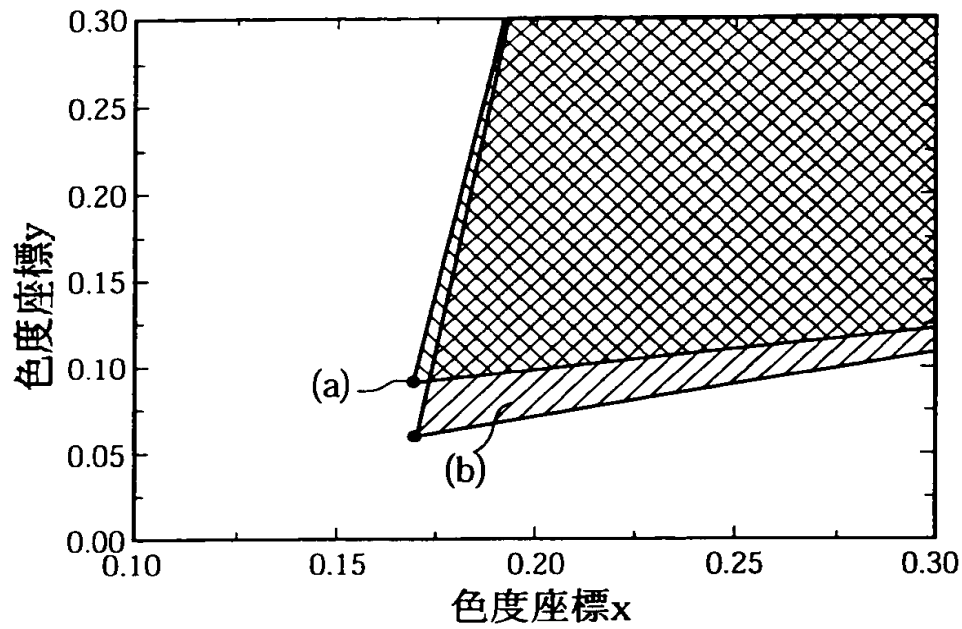
【図 8】



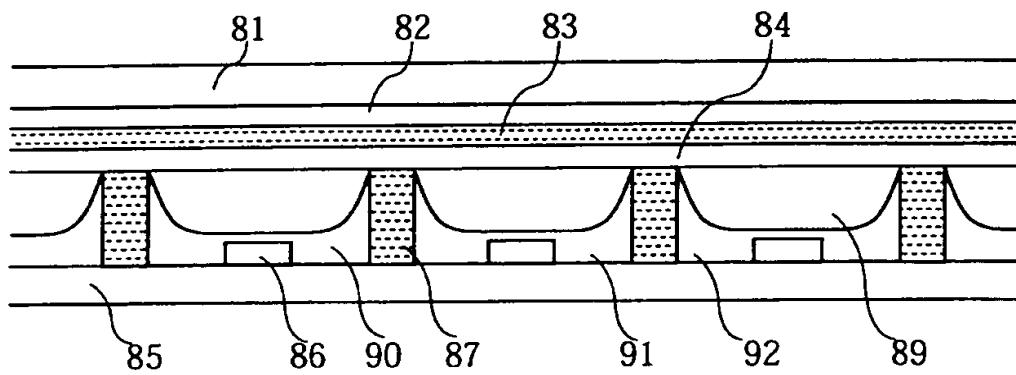
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 PDPを製造する上で、仮焼工程、封着工程、排気工程を、短い作業時間で且つ低い消費エネルギーで行うことを可能にすると共に、蛍光体層が熱劣化するのを防止することによって高発光特性のPDPを提供する。

【解決手段】 加熱炉41内にて、封着ガラスを配した前面パネル基板10及び背面パネル基板20を位置合わせして重ね合わせた状態で、載置台44上の定位位置に載置する。加熱炉41内に乾燥空気を流通させながら、移動ピン45で背面パネル基板20を上方に押し上げ、加熱炉41内を仮焼温度まで加熱昇温する。続いて、パネル基板10, 20を更に昇温させて、吸着されているガスを放出する。続いて、移動ピン45を降下させて、背面パネル基板20を前面パネル基板10に再度重ね合わせ、封着温度に維持して封着する。続いて、排気温度に維持しながら内部空間から高真空で排気してガス抜きを行う。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 { 0 0 0 0 0 5 8 2 1 }

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社